ORIGINAL/ORIGINALS

Évolution de la fonction respiratoire de plongeurs professionnels : conséquences sur l'aptitude à partir de l'étude d'une cohorte après 10 années.

R. Pougnet*, D. Lucas*, R. Garlantézec**, B. Loddé*, D. Sarni****, Ph. Mialon****, DC. Laurence*****, D. Jégaden***, JD. Dewitte***

*Université Européenne de Bretagne, Université de Brest (France)
**Service de Santé au Travail et Maladies liées à l'environnement, CHU Morvan, Brest (France)
***Service de Santé Publique et Hygiène Hospitalière, CHU Morvan, Brest, Rennes. Service de Santé au Travail en Iroise, Brest (France)
****Service de médecine interne et pneumologie, CHU Cavale Blanche, Brest (France)
*****Fédération des laboratoires, HIA Clermont-Tonnerre, CC 41, Brest (France).

RESUMÉ
Introduction: En France, les plongeurs professionnels sont suivis au moins une fois par an. L'objet de l'étude est d'évaluer l'évolution de la fonction respiratoire après 10 années de suivi et de discuter des conséquences de cette évolution sur l'aptitude.
Matériel et Méthode : Il s'agit d'une cohorte rétrospective de plongeurs suivis au Centre de Consultations de Pathologies Professionnelles du CHRU de Brest. Étaient inclus les plongeurs ayant eu la visite initiale, ou la première visite périodique, et la visite à 10 ans. Les données cliniques et paracliniques ont été analysées sous les logiciels Epidata® et SAS par le test de Student et le coefficient de corrélation de Spearman.
Résultats : 33 plongeurs ont pu être inclus dans cette étude. Les moyennes des capacités pulmonaires totales (CPT) étaient de 7,25 initialement et de 7,57 à 10 ans (soit 106,30 et 110,10 % de la théorique) (p=0,03). Le ; celles des capacités vitales : 5,51 et 5,57 (soit 112,80 et 116,45%). Les s moyennes des VEMS étaient 6,18 et 5,51 (soit 114,28 et 114,13%). Le rapport de Tiffeneau baissait mais de manière non significative. Le DEM 25, en revanche, baissait de manière significative après 5 de plongée (p<0,01) et le DEM 50, après 10 ans ; celles du rapport de Tiffeneau : 81,8 et 77 (p<0,01) ; celles des DEM50 : 5,18 et 4,67 (soit 100,35 et 91,50%) (p<0,01) celles des DEM 25 : 2,12 et 1,47 (soit 89,46 et 68,71%) (p<0,01) . Les moyennes des diffusions alvéolo-capillaires étaient 10,44 et 9,28 (soit 99,61 et 84,38%) (p=0,02). La diminution de la diffusion n'était pas liée au tabagisme ni à aucun paramètre de la plongée. Le nombre de plongées et la durée moyenne des plongées étaient liés à la diminution du rapport de Tiffeneau .
Conclusion : L'évolution des EFR tend vers une diminution de la DLCO et une obstruction bronchique touchant des bronches de calibres croissant avec l'ancienneté professionnelle. Ceci est notamment à prendre en compte lors de bilans initiaux pour les personnes ayant déjà des atteintes périphériques.périphérique.
Mots clé : Plongué, Épreuves resporatoires, Adultes, Médecine du Travail, France.

EVOLUTION OF THE RESPIRATORY FUNCTION IN PROFESSIONAL DIVERS: CONSEQUENCES ON THEIR FITNESS FROM A COHORT STUDY FROM 10 YEARS
ABSTRACT
Introduction: In France, professional divers are followed at least once per year. The purpose of the study is to assess the evolution of the respiratory function after 10 years of follow-up and to discuss the impact of this evolution on the fitness for work.
Materials and Methods: This is a retrospective cohort of divers followed in the Centre of Consultations on Professional Pathologies of CHRU of Brest. Divers who had the initial visit, or the first periodic visit, and the visit after 10 years were included. Clinical and paraclinical data were analyzed under Epidata ® and SAS software by the Student test and the Spearman correlation coefficient.
Results: 33 divers could be included in this study. Total lung capacity (CPT) averaged 7.25 initially and 7.57 after 10 years (106,30 and 110,10% of the theoretical value) (p = 0. 03). The FEV1 averaged 6.18 and 5.51 (114,28 and 114,13%). Tiffeneau index decreased but not significantly. DEM 25, however, declined significantly after diving 5 years(p < 0.01) and DEM 50, after 10 years (p < 0.01). Alveolo-capillary broadcasts averaged 10,44 and 9.28 (99,61 and 84.38%) (p = 0. 02). The decrease in the diffusion was not related to

Correspondencia/ *Correspondence to:* Richard Pougnet. Centre de Consultations de Pathologies Professionnelles et environnementales, Service de Santé au Travail du Personnel hospitalier, CHRU BREST Morvan, 2 avenue Foch, 29609 Brest Cedex (France). E-mail: richard.pougnet@live.fr

Recibido / *Received:* 08-07-2011 **Aceptado** / *Accepted:* 08-11-20111

Med Marit 2011; 11 (2): 124-133.

smoking or any parameter of diving. The number of dives and the average duration of dives were related to the decrease in the ratio of Tiffeneau.
Conclusion: the evolution of the EFR tends towards a decrease in the DLCO (Diffusing Capacity of the Lung for Carbon Monoxide) and bronchial obstruction on bronchus of calibers growing with professional seniority. This is be taken into account in the initial fitness balance for people that has already had peripheral damage.
Keywords: Diving, Respiratory Function Tests, Adults, Occupational Medicine, France

EVOLUCIÓN DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA EN BUCEADORES PROFESIONALES: CONSECUENCIAS SOBRE SU APTITUD A PARTIR DE UN ESTUDIO DE COHORTE DE 10 AÑOS

RESUMEN
Introducción : En Francia, los buceadores profesionales realizan revisiones anuales. El objeto del estudio es el de evaluar la evolución de la función respiratoria tras de 10 años de trabajo.
Material y Métodos: Se trata de una cohorte retrospectiva de buceadores que realizan sus revisiones en el Centro de Patologías Profesionales del CHRU de Brest. Se incluyeron los buceadores que acudieron a la revisión inicial, o la primera revisión periódica, y la revisión a los 10 años. Los datos clínicos y para clínicos fueron analizados bajo los programas EPIDATA y SAS por medio del test de Student y el coeficiente de correlación de Spearman.
Resultados: Se estudiaron 33 buceadores. Las medias de sus capacidades pulmonares totales (CPT) fueron 7,25 en revisión inicial y 7,57 a los 10 años (es decir 106 y 110% de la teórica) (p=0,03); las de los volúmenes residuales; 1,66 y 1,86 (es decir 88 y 89%); y las de las capacidades vitales; 5,61 y 5,57 (es decir 112,8 y 116,5%). Las medias de los VEMS fueron 6,16 y 5,51 (es decir 114,2 y 114,1%), las del índice de Tiffeneau, 81,8 y 77 (p<0,01), las de los flujos medios (MEF=PEF=DEM) 50%, 5,18 y 4,67 (es decir 100,4 y 91,5%) (p<0,01), las de los DEM 25%, 2,12 y 1,47 (es decir 89,5 y 68,7%) (p<0,01), las del flujo medio mesorespiratorio MMEF o DEM 25-75, 4,95 y 3,73 (es decir 106,0 y 89,9%).
Las medias de las difusiones alveolo-capilares fueron 10,44 y 9,27 (es decir 99,6 y 84,4%) (p=0,02). El número de inmersiones estuvo relacionado con las variaciones del Tiffeneau (p=0,04) y del VR (p=0,03).
Conclusión : La evolución de los EFR (exploraciones de la función respiratoria) tienden hacia una disminución de la DLCO (Capacidad de difusión del pulmón para el monóxido de carbono) y a una obstrucción periférica, sobretodo de los bronquios que aumentan de calibre con los años. Esto se debe tener en cuanta en la evaluación inicial de la gente que ya ha tenido un daño perifçerico.
Palabras clave: Buceo, Pruebas de función respiratoria, Adultos, Medicine del Trabajo, Francia

INTRODUCTION

Les plongeurs professionnels en France sont suivis pour l'obtention d'un certificat de non contre-indication à la plongée professionnelle depuis mars 1990 (décret n˚90/277 révision en 2011). La réglementation définit la périodicité des visites médicales et les examens paracliniques à réaliserés. Notamment, les plongeurs bénéficient d'explorations fonctionnelles respiratoires chaque année, comprenant en général spiroméètrie, pléthysmographie et diffussion alvéolo-capillaire (DLCO) en général.
Une première étude de l'évolution de la fonction respiratoire des plongeurs professionnels avait été réalisée sur 5 ans (Lucas D. 2005) et montrait une diminution significative du DEM 25 et de la DLCO.
L'objet de cette étude de cohorte était d'analyser les explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) de plongeurs professionnels avec un recul de 10 années et d'en discuter les conséquences sur le suivis et la délivrance de l'aptitude professionnelle.

MATERIEL ET METHODE

Il s'agissait d'une étude de cohorte rétrospective réalisée à partir des dossiers de plongeurs suivis au Centre de Consultations de Pathologies Environnementales, Maritimes et Professionnelles (CCPEM) de l'hôpital universitaire (CHU) de Brest, en France. Tous les dossiers des 230 plongeurs suivis au CCPEMEMP ont été analysés. Les critères d'inclusion étaient d'être plongeurs professionnels, toutes classes et mentions confondues ;

INTRODUCCIÓN

A los buceadores profesionales en Francia se les realiza un seguimiento para la obtención de un certificado de aptitud para el buceo que constate la no existencia de contraindicaciones para realizar actividades subacuáticas desde marzo 1990 (decreto nº 90/277 revisado en 2011). La reglamentación define la periodicidad de los reconocimientos médicos y los exámenes paraclínicos. En particular, los buceadores profesionales se benefician de exploraciones respiratorias funcionales anuales, compuestas generalmente de espirometría, pletismografía y difusión de capilares y alveolos.
Se realizó un primer estudio de la evolución respiratoría de los buceadores profesionales tras 5 años (Lucas D. 2005) y mostraba una disminución significativa del Flujo espiratorio máximo (FEM=DEM) 25 y de la difusión alvéolo-capilar del monóxido de carbono (DLCO).
El objeto de este estudio de grupo fue analizar las exploraciones respiratorias funcionales (EFR) de los submarinistas profesionales con una perspectiva de 10 años y comentar las consecuencias del seguimiento y concesión de la aptitud profesional.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio de grupo retrospectivo realizado a partir de los historiales clínicos realizados en el Centro de Consultas de Patologías del Medio Ambiente, Marítimas y Profesionales del Hospital Universitario de Brest en Francia (CCPEM).

d'avoir réalisé dans ce même centre le bilan initial (c'est-à-dire avant de rentréeer à l'école de plongée professionnelle) ou, à défaut, celui de la première année ; d'avoir également réalisé dans ce centre le bilan 10 ans après ce premier bilan. Les critères d'exclusion étaient d'avoir commencé la plongée professionnelle depuis moins de 10 ans ; de ne pas avoir réalisé dans le CCPEM de Brest l'un des deux bilans suscités.
L'analyse des dossiers répondant aux critères d'inclusion se faisait en deux temps.
En premier, les données concernant l'âge et les paramètres biométriques lors de chaque examen, les antécédents médicaux, les traitements, les habitudes de vie (activités physiques, tabagisme) ont été recueillies dans un questionnaire anonyme, ainsi que les caractéristiques des plongées (nombre moyen de plongées par an, profondeurs moyenne et maximale, durées moyenne et maximale, l'existence d'autres contraintes professionnelles). La consommation de tabac était quotée calculée en paquet-annéepaquets-années (PAa).
Dans un second temps, les paramètres des EFR à 0, 5 et 10 ans ont été recueillis dans le questionnaire anonyme. Les EFR avaient toutes été réalisées au cours de la même tranche horaire, le matin, par le même laboratoire du CHRU de Brest. Le matériel étalonné était un pléthysmographe de type Weger, et les données ont été recueillies par des opérateurs entrainésentraînés, sans modification de méthode ni de maintenance sur la durée de l'étude. Les explorations comprenaient une spirométrie : calcul de la capacité vitale forcée (CVF), du volume expiratoire maximal en 1 seconde (VEMS), du rapport de Tiffeneau (VEMS/CVF), des débits expiratoires maximaux à 25, 50 % de la capacité vitale (respectivement DEM 25, DEM 50). Une pléthysmographie était également réalisée avec mesure de la capacité pulmonaire totale (CPT). Enfin, la diffusion alvéolo-capillaire du monoxyde de carbone (DLCO) était mesurée. Les valeurs de ces paramètres ont été exprimées en pourcentage de la valeur théorique calculée selon celles de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA).
Les données ont été saisies sur le logiciel Epidata®. Pour chaque donnée, les moyennes et les extrêmes ont été calculées. Puis nous les avons exportées sur le logiciel SAS® pour les calculs des médianes, le test t de Student, le coefficient de corrélation de Spearman et les analyses en multivariés.

RESULTATS
33 sujets ont été pu être intégrés à la cohorte : 4 femmes (12,1%) et 29 hommes (87,9%). L'âge médian après 10 ans de plongée était de 42 ans (33-64 ans). 12 d'entre eux, soit 36,4%, présentaient des antécédents : 5 (15 %) de traumatismes, 4 (12 %) d'allergies, 1 (3,0 %) de trouble ORL (polypes), 1 (3,0 %) de troub1es médullaires (anémie) et 1 (3,0 %) de troubles de l'humeur (réactionnels). 8 (25,0 %) fumaient avant leur carrière et

Todos los expedientes de los 230 buceadores monitorizados en el CCPEM fueron analizados. Los criterios de inclusión fueron: ser buceador profesional sin importar la clase; haber realizado en ese mismo centro el chequeo inicial (es decir antes de incoroporarse a la escuela de inmersión profesional) o, en su lugar, el del primer año; haber realizado también en este centro el reconocimiento médico 10 años después.
Los criterios de exclusión fueron: haber comenzado a bucear en un periodo inferior a 10 años; no haber realizado en el CCPEM de Brest uno de ambos chequeos citados.
El análisis de los expedientes que respondían a los criterios de inclusión se realizó en dos tiempos. En primer lugar, los datos concernientes a la edad y parámetros biométricos en el momento de cada examen, los antecedentes médicos, los tratamientos, los hábitos de vida (actividades físicas, tabaquismo) fueron recopilados en un cuestionario anónimo, así como las características de las inmersiones (número medio de inmersiones al año, profundidades medias y máximas y duraciones medias y máximas, la existencia de otras limitaciones profesionales). El consumo de tabaco fue calculado en paquetes/año (PA).
En segundo lugar, se recogieron en un cuestionario anónimo los parámetros de la EFR a los 0, 5 y 10 años. Los EFR fueron todos realizados en el curso de la misma franja horaria, por la mañana, por el mismo laboratorio del CHRU de Brest.
El material contrastado era un pletismógrafo de tipo Weger y los datos fueron recopilados por operadores con formación, sin modificación de método ni de mantenimiento en la duración del estudio. Las exploraciones comprendían una espirometría forzada con medidas de la capacidad vital forzada (CVF), del volumen espiratorio máximo en el 1er. segundo (VEMS), del índice de Tiffeneau (VEMS / CVF), de los Flujos espiratorios máximos al 25 y al 50 % de la capacidad vital (respectivamente: FEM 25 y FEM 50). También se realizó una pletismografía con la medición de la Capacidad Pulmonar Total (CPT) y finalmente se midió la Difusión alvéolo-capilar del monóxido de Carbono (DLCO). Los valores de estos parámetros han sido expresados en porcentaje del valor teórico calculado según los estándares de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA).
Los datos fueron tratados con el software Epidata ®. Para cada caso se calcularon las medias y los rangos. Posteriormente, se exportaron al software SAS ® para los cálculos de las medianas, la prueba t de Student, el coeficiente de correlación de Spearman y los análisis multivariantes.

RESULTADOS
33 sujetos pudieron ser incluidos en el grupo de estudio: 4 mujeres (12,1 %) y 29 hombres (87,9 %). La edad media tras 10 años de inmersión era de 42 años (33-64

7 (21,9 %) ont continué à fumer durant les 10 années du suivis, un seul ayant arrêté après 4 années ; la consommation médiane était de 14,5PAa avec des extrêmes de 5 et 20 PAa. 19 plongeurs (61,3%) pratiquaient le sport régulièrement : 10(32,3%) faisaient du sport d'endurance sur terre (cyclisme, jogging etc.) et 9 (29,0%) du sport aquatique (piscine, planche à voile). Il n'existait pas de différence significative entre les hommes et les femmes pour ces paramètres.

27 (81,8%) des plongeurs étaient classe 1 mention B et 6 (18,2%) classe 2, 5 (15,2%) mention A et 1 (3,0%) mention B. Seuls 4 plongeurs avaient pratiqué en loisir avant de devenir professionnels, dont un seul pendant plus de 2 ans (6 ans). Les profils des plongées étaient très variables (tableau 1). 21 (67,7 %) des plongeurs ne pratiquaient pas la plongée loisir.

Les spirométries réalisées à 0, 5 et 10 ans ont montré la diminution progressive des débits expiratoires maximaux 25 et 50 % en valeur absolue et en pourcentage de la théorique (tableau 2); Ppour le DEM 25 ces premiers, la baisse a été significative à 5 et 10 ans en comparantaison de avec l'examen initial, Ppour ces derniers , le DEM 50 la baisseelle ne l'a été qu'après 10 années d'évolution. Lors de l'examen initial, 36,4 % et 50,0 % des plongeurs ont eu un DEM 25 inférieur à respectivement 70 % et 80 % de la théorique ; 34,5 % et 65,5 % à 5 ans ; et 51,7 % et 65,5 % à 10 ans. 13,63 % et 22,72 % des plongeurs ont eu un DEM 50 inférieur respectivement à 70 % et 80 % de la théorique à 10 ans ; de 10,34 % et 0 % à 5 ans ; et 10,34 % et 20,68 % à 10 ans. Le rapport de Tiffeneau théorique baissaité de manière pratiquement significative à 10 ans ; aucun plongeur n'a eu de rapport de Tiffeneau inférieur à 80% de la valeur théorique sur la période d'étude. Enfin, la CVF théorique a augmenté significativement à 10 ans.

Les données des pléthysmographies ont montré une augmentation significative des CPT et du pourcentage de la CV théorique après 10 ans de plongée (tableau 3). Les CPT ont toutes été supérieures à 80%. 7 (22,6 %) plongeurs ont eu des CPT supérieures à 120 % initialement initialementen initiale, 6 (20,7 %) à 5 ans et 10 (34,5 %) à 10 ans.

La diffusion alvéolo-capillaire a diminué significativement après 5 ans de plongée de manière absolue mais pas en pourcentage de la théorique ; ceci en revanche a été en revanche le cas après 10 ans de plongée (tableau 3).

Le coefficient de corrélation de Spearman a été significativement différent de 0 entre la consommation du tabac en paquet-annéepaquets-années et les variations de la CV (B=0,89 ; p<0,01) et du VEMS théorique (B=0,76 ;p=0,03) . Pour les variations des différents autres paramètres des EFR, en particulier la diminution de la DLCO (p=0,30), et des DEM 25 et 50 (respectivement p=0,79 et 0,72), aucun lien n'a été mis en évidence.

Le nombre de plongées a été lié aux variations du pourcentage du Tiffeneau théorique : plus les plongeurs

años). 12 de ellos, es decir el 36,4 %, presentaban antecedentes: 5 (15 %) de traumatismos, 4 (12 %) de alergias, 1 (3,0 %) de pólipos, 1 (3,0 %) de problemas medulares (anemia) y 1 (3,0 %) de problemas de conducta. 8 buceadores (25,0 %) fumaban inicialmente y 7 (21,9 %) continuaron fumando durante los 10 años del seguimiento, y solamente un sujeto dejó de fumar después de 4 años; el consumo medio era de 14,5 PA con rangos de 5 y 20. 19 buceadores (61,3 %) practicaban deporte regularmente: 10 (32,3 %) hacían deporte de resistencia en tierra (ciclismo, joggin etc.) y 9 (29,0 %) deporte acuático (piscina, surf a vela). No existía diferencia significativa entre hombres y mujeres en estos parámetros. 27 (81,8 %) de los buceadores eran de primera clase, mención B y 6 (18,2 %) de segunda clase, 5 (15,2 %) mención A y 1 (3,0 %) mención B. Sólo 4 buceadores habían practicado el buceo deportivamente antes de convertirse en profesionales, entre ellos se contaba un sujeto durante más de 2 años (6 años). Los perfiles de las inmersiones eran muy variables (Tabla 1). 21 (67,7 %) de los submarinistas no practicaban la inmersión en su tiempo de ocio.

Las espirometrías realizadas en 0, 5 y 10 años mostraron una disminución progresiva de los flujos espiratorios máximos al 25 y 50 % tanto en valor absoluto como en el porcentaje del valor teórico estimado (tabla 2) Para el FEM 25, el descenso resultó significativo en 5 y 10 años comparando con el examen inicial. Para el FEM 50, el descenso solamente se produjo tras 10 años de evolución. En el momento del examen inicial, el 36,4 % y el 50,0 % de los buceadores tuvieron un FEM 25 inferior respectivamente al 70 % y al 80 % del teórico; el 34,5 % y el 65,5 % en 5 años; y el 51,7 % y el 65,5 % en 10 años. El 13,63 % y el 22,72 % de los submarinistas tuvieron un FEM 50 inferior respectivamente al 70 % y al 80 % del teórico en 10 años; de 10,34 % y 0 % en 5 años; y el 10,34 % y 20,68 % en 10 años. El índice de Tiffeneau teórico descendía de manera significativa en 10 años; ningún buceador obtuvo un índice de Tiffeneau inferior al 80 % del valor teórico sobre el período de estudio. Finalmente, la CVF teórica aumentó significativamente en 10 años (tabla 3).

El coeficiente de correlación de Spearman fue significativamente diferente de 0 entre el consumo del tabaco en paquetes / años y las variaciones de la CV (B=0,89; p <0,01) y del VEMS teórico (B=0,76; p=0,03). Para las variaciones de otros parámetros diferentes del EFR, en particular la disminución del DLCO (p=0,30), y FEM 25 y 50 (respectivamente p=0,79 y 0,72), no ha evidenciado ninguna relación.

El número de inmersiones se ha vinculado a las variaciones del porcentaje teórico del índice de Tiffeneau: cuantas más inmersiones realizaban los submarinistas, más importante era la disminución del porcentaje teórico del índice de Tiffeneau (B =-0,42; p = 0,04).

El mismo resultado se obtuvo en la duración media de las

effectuaient de plongée, plus la diminution du pourcentage du Tiffeneau théorique était importante (B = -0,42 ; p = 0,04). Il en a été de même pour la durée moyenne des plongées (B = -0,59 ; p < 0,01). En revanche, la durée maximale des plongées n'a pas influencé les variations des EFR.

DISCUSSION

Nos résultats ont montré l'apparition progressive d'une obstruction bronchique au fur et à mesure de la carrière des plongeurs. Le VEMS a baissé à 5 et 10 ans mais de manière non significative ; le rapport de Tiffeneau a baissé à la limite du significatif. En revanche, plusieurs facteurs ont été corrélés à cette tendance à la diminution : le tabagisme pour le VEMS ; le nombre et la durée moyenne des plongées pour le rapport de Tiffeneau.

Notre cohorte est l'une desa premières àa montréer la progression des diminutions des débits périphériques : diminution significative du DEM 25 à 5ans puis diminution significative du DEM 50 à 10 ans. Le DEM 25 a baissé significativement dès 5 ans, ce qui rejoint rejoignait les résultats de nombreuses équipes[1-4]. En revanche, la baisse du DEM 50 n'avait pas été décrite antérieurementIl n'en ai pas de même pour le DEM 50. Le coefficient de corrélation n'a pas mis en évidence de lien significatif entre la diminution des DEM 25 et 50 et le tabagisme. Nous pouvons donc en déduire qu'une obstruction bronchique apparaît avec la plongée, touchant en premier les petites bronches puis les bronches de plus gros grand calibres. L'apparition d'une maladie des petites bronches a été décrite également dans le cadre de la plongée loisir[5]. Sur le plan professionnel, la cohorte de Skogstad M et collcoll. a montré après 12 ans d'évolution, une diminution significative du DEM 25-75, ce qui concorde avec nos résultats ; en revanche, ils ont trouvé une corrélation de cette diminution avec le nombre total de plongées[6].

Cette apparition progressive de la maladie des petites bronches est à prendre en considération dans le suivis des plongeurs professionnels. En France, ce suivis est réglementé par l'arrêté du 28 marse 1991, réactualisé par l'arrêté du 11/01/2011. Un rapport de Tiffeneau inférieur à 70% de la valeur théorique est une contre-indication à l'exercice de la plongée professionnelle. En revanche, il n'y a pas de consigne particulière en ce qui concerne l'obstruction bronchique périphérique. Pourtant, nos résultats ont montré que l'obstruction bronchique apparaît aux au niveau des petites bronches puis touche des bronches de plus gros calibres. On peut alors penser qu'avec un temps de pratique de la plongée plus long, le VEMS aussi serait abaissé significativement. De plus, on sait que les CV augmentent avec le temps dans cette population[1]. En conséquence, on peut supposer penser que l'évolution des EFR des plongeurs tendrait vers un trouble ventilatoire obstructif par diminution des débits bronchiques et augmentation de la CV.

Ceci a des conséquences directes sur le suivis des

inmersiones (B = -0,59; p <0,01). En cambio, la duración máxima de las inmersiones no influyó en las variaciones del EFR.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados mostraron la aparición progresiva de una obstrucción bronquial a medida que aumenta la experiencia de los submarinistas. El VEMS descendió en 5 y 10 años pero de manera no significativa; el índice de Tiffeneau descendió hasta un punto significativo. En cambio se han relacionado varios factores con esta tendencia a la disminución: el tabaquismo para el VEMS; el número y la duración media de las inmersiones para el índice de Tiffeneau. Nuestro grupo es uno de los primeros en mostrar la progresión de las disminuciones de los flujos periféricos: disminución significativa del FEM de 25 a 5 años, posteriormente disminución significativa del FEM de 50 a 10 años. El FEM 25 disminuyó significativamente a los 5 años, lo que concuerda con los resultados de numerosos grupos de investigadores[1-4]. En cambio, el descenso del FEM 50 no había sido descrito anteriormente. El coeficiente de correlación no puso en evidencia ninguna conexión significativa entre la disminución del FEM 25 y 50 y el tabaquismo. Podemos pues deducir que una obstrucción bronquial aparece con la práctica del buceo afectando en primer lugar los pequeños bronquios y posteriormente los bronquios de calibre más grueso. La aparición de una enfermedad de los pequeños bronquios ha sido descrita también en el marco del buceo deportivo[5]. A nivel profesional, el grupo de Skogstad M y cols. mostró después de 12 años de evolución, una disminución significativa del FEM 25-75, lo que concuerda con nuestros resultados; en cambio, encontraron una correlación de esta disminución con el número total de inmersiones[6].

Esta aparición progresiva de la enfermedad de los pequeños bronquios tiene que ser tomada en consideración en el seguimiento de los buceadores profesionales. En Francia, este seguimiento aparece reglamentado por la orden del 28 de marzo de 1991, reactualizado por la orden del 11/01/2011. Un índice de Tiffeneau inferior al 70 % del valor teórico es una contraindicación a la práctica del buceo profesional. En cambio, no aparecen instrucciones particulares concernientes a la obstrucción bronquial periférica. Sin embargo, nuestros resultados han mostrado que la obstrucción bronquial aparecía a nivel de los pequeños bronquios, posteriormente afectaba a los bronquios de calibre más grueso. Se puede entonces pensar que tras un periodo más largo de inmersiónes, el VEMS también descendería significativamente. Además, sabemos que las CV aumentan con el tiempo en este grupo[1]. En consecuencia, podemos suponer que la evolución del EFR de los buceadores tendería hacia una afección respiratoria obstructiva por disminución de los flujos bronquiales y el aumento de la CV.

plongeurs. Lors du bilan initial d'entrée dans la profession, il conviendrait d'être plus vigilant sur ces débits et de bien informer les plongeurs de la possibilité d'apparition de troubles obstructifs périphériques. De plus, les personnes désirant devenir plongeurs professionnels mais présentant des troubles des débits bronchiques périphériques devraient pouvoir bénéficier de conseils adaptés. En effet, si leurs paramètres sont juste au dessus des seuils à partir desquels on ne délivre plus la non- contre indication, ces personnes devraient être informées que, en l'état actuel des connaissances, on peut penser que leur temps de carrière sera limitéer par ce facteur. Donc, pourEn ce qui concerne le suivis des plongeurs, afin de prévenir cette évolution, il convient de favoriser l'arrêt du tabac et de suivre les débits périphériques. En effet, le tabagisme influence la diminution des débits brocnchiques et l'apparition de troubles ventilatoires obstructifs (TVO)[7]; donc, le sevrage tabagique permettrait d'éliminer ceun co-facteur d'obstruction bronchique. De même, en est-il pour les autres polluants atmosphériques professionnels induisant des TVO, qu'ils soient réversibles ou non aux béta-2-mimétiques. Par exemple, 15 à 20% des bronchites chroniques obstructives sont causées par des expositions professionnelles[8]. En revanche, lors du bilan initial d'entrée dans la profession, il conviendrait d'être plus vigilant sur ces débits et de bien informer les plongeurs de la possibilité d'apparition de troubles obstructifs périphériques. Avec d'autres études, il sera peut être possible d'estimer le temps de carrière sans danger pour les plongeurs.

Nos résultats ont montré parallèlement une stabilité de la CVF et de la CV en valeurs absolues sur 10 ans, mais une augmentation significative des pourcentagedes pourcentages des valeurs théoriques. De même, la CPT et la CPT théorique ont augmenté significativement après 10 ans de plongée. Il est en décrit dans la littérature une augmentation de la CV jusqu'à 30ans[9] et, pour les plongeurs, une augmentation lors de la première année d'exercice (Skogstad M. 2002) suivies d'une diminution (Skogstad M. 20024) ou d'une augmentation (Bermon S. 199410). Une étude menée par Lucas et collcoll. dans le même centre que cette cohorte montrait une en stabilisation de la CV sur une autre cohorte de 5 ans. Nos résultats ont rejoints cette observation selon laquelle la CV et la CVF des plongeurs professionnels se stabiliseraient après 30 ans contrairement à la population générale (James Y. Ellipses) (Lucas D.20051). En effet, les plongeurs de notre cohorte avaient plus de 30 ans pour la majorité. Ceci serait du à l'adaptation des muscles respiratoires à cause de l'augmentation des résistance causée par l'élévation de la densité des gaz[4]. De plus, les plongeurs de notre cohorte pratiquaient pour 63,1% du sport que certaines équipes rapportent comme facteur augmentant ces volumes[3]. Mais d'autres études semblent indiqueré qu'il s'agit d'un effet travailleur sain[8]. Ceci a été étudié par Adir et collcoll. sur une population de 171

Este hecho tiene consecuencias directas en los reconocimientos médicos de los buceadores. En el momento del chequeo médico inicial de entrada a la profesión, convendría prestar más atención a estos flujos e informar bien a los submarinistas de la posibilidad de aparición de complicaciones obstructivas periféricas. Además, las personas con deseos de convertirse en buceadores profesionales pero que presentan afecciones de los flujos bronquiales periféricos, deberían beneficiarse de consejos adaptados a su caso. En efecto, si sus parámetros resultan justo por encima de los umbrales a partir de los cuales no se produce ninguna contraindicación, estas personas deberían ser informadas de que, teniendo en cuenta estos datos, se puede considerar que su vida profesional estará limitada por este factor. En cuanto al seguimiento de los submarinistas, con el fin de prevenir esta evolución, conviene favorecer la interrupción del tabaquismo y monitorizar los flujos periféricos. En efecto, el tabaquismo influye en la disminución de los flujos bronquiales y la aparición de afecciones respiratorias obstructivas, EPOC[7]; por lo tanto, el abandono del tabaco permitiría eliminar este factor de obstrucción bronquial. Lo mismo se podría afirmar de los otros contaminantes atmosféricos profesionales que inducen EPOC, sean reversibles o no con béta-2-miméticos. Por ejemplo, del 15 al 20 % de las bronquitis crónicas obstructivas son causadas por exposiciones profesionales[8]. Junto a otros estudios, será posible estimar el tiempo de vida profesional de los buceadores libres de riesgo.

Nuestros resultados han mostrado paralelamente una estabilidad de la CVF y de la CV en valores absolutos en 10 años, pero un aumento significativo de los porcentajes de los valores teóricos. Igualmente, la CPT y la CPT teórica aumentaron significativamente tras 10 años de inmersión. Se describe en un aumento de la CV hasta 30 años[9] y, para los submarinistas, un aumento tras el primer año de ejercicio, seguido de una disminución (n=4) o de un aumento (n=10). Un estudio realizado por Lucas y cols. en el mismo centro que este grupo, mostraba una estabilización de la CV en otro grupo de 5 años. Nuestros resultados coincidieron con esta observación que afirma que la CV y la CVF de los buceadores profesionales se estabilizarían tras 30 años, contrariamente a la población general[1]. También podríamos plantearnos la cuestión de averiguar si la obstrucción bronquial periférica que aparece en el transcurrir de la vida profesional, no tiene un papel en la fisiopatología de la evolución de estos volúmenes pulmonares.

No obstante, para la CV, la relación con la inmersión en el curso de este estudio de grupo ha resultado menos significativa que en otros estudios, ya que el coeficiente de correlación era significativamente diferente de 0, únicamente para el tabaquismo y no para los parámetros de inmersión. Esta correlación no ha aparecido en el grupo de Lucas y coll., en la cual la prevalencia del tabaquismo era menor. La difusión alvéolo-capilar se ha

plongeurs militaires dont le VEMS était inférieur à 80%. Le fait d'avoir un CVF élevé n'est pas lié à l'expérience ni aux autres paramètres[9]. Contrairement à une étude de 1977, nous n'avons pas mis en évidence de corrélation entre les volumes et les données de la plongée, notamment les profondeurs[7]; mais seuls 18,2% des plongeurs de notre étude étaient classe2, c'est-à-dire habilité à plonger jusqu'à 60 mètres. On pourrait également se poser la question de savoir si l'obstruction bronchique périphérique qui apparaît au fur et à mesure de la carrière n'a pas un rôle dans la physiopathologie de l'évolution de ces volumes pulmonaires.

Toutefois, pour la CV, le lien avec la plongée au cours de cette étude de cohorte a été moins fort que pour les autres études puisque le coefficient de corrélation était significativement différent de 0 uniquement pour le tabac et non pour les paramètres de plongée. Cette corrélation n'a pas été pas trouvée dans la cohorte de Lucas et collcoll. pour laquelle la prévalence du tabagisme était moindre.

La diffusion alvéolo-capillaire a significativement été altérée au cours des 10 années de suivis de la cohorte. Cette donnée a également étéest trouvée par d'autres équipes, tant en professionnels [1;10] qu'en loisir[11]. Contrairement à la cohorte de Lucas et collcoll., la corrélation avec le tabagisme n'a pas été significative dans notre étude, ce qui nous permettrait d'exclure un biais et donc de rapporteré cette diminution de la DLCO à la plongée. Ceci a des conséquences directes sur le suivis des plongeurs professionnels, quoique l'arrêté du 28 mars 1991 ne précise pas, en France, de valeur limite pour l'aptitude. Lors de la visite initiale, le médecin devrait être attentif à la qualité de la diffusion alvéolo-capillaire dans l'optique de repérer les plongeurs ayant déjà des valeurs basses. Le médecin pourrait alors pousser les examens complémentaires chez ces plongeurs dans la mesures où une baisse de la DLCO peut se produire dès les premières années de plongée. De plus, il conviendrait d'informer les plongeurs dès l'examen initial de la variations prévisible de ce paramètres en vue de les sensibiliser et de les inciter à être compliants au suivis. Par la suite, lors des visites périodiques de renouvellement du certificat de non- contre indication, une attention particulière devrait être portéeer sur l'évolution du tabagisme. En effet, le tabagisme induit également une diminution des échanges gazeux [7;12] ; le mécanisme d'ailleurs est principalement du à l'apparition de lésions emphysémateuses, lesquelles peuvent être une contre- indication à la plongée.

Conclusions

Les EFR des plongeurs professionnels tendent vers une diminution des débits expiratoires, en commençant en périphéries. Cette maladies des petites voies aériennes se répand vers les bronches de plus gros calibres. Ce fait pourrait évoluer vers un syndrome obstructif, d'autant que plusieurs études montrent que la CV augmente au sein de

alterado significativamente durante los 10 años de seguimiento del grupo. Este dato aparece igualmente en otros grupos, tanto a nivel profesional [1,10], como deportivo[11]. Contrariamente al grupo de Lucas y cols., la correlación con el tabaquismo no ha sido significativa en nuestro estudio, lo que nos permitiría excluir un factor, y por lo tanto relacionar esta disminución de la DLCO en la inmersión. Este hecho tiene consecuencias directas en el seguimiento de los buceadores profesionales, aunque la orden del 28 de marzo de 1991 no precisa en Francia el valor límite para la aptitud.

En el momento del reconocimiento inicial, el médico debería prestar especial atención a la calidad de la difusión alveolo-capilar, con la finalidad de localizar a los submarinistas que ya presenten valores bajos. El facultativo podría entonces solicitar pruebas complementarias a los buceadores en la medida que una DLCO baja pueda tener lugar desde los primeros años de inmersión. Además, convendría informar a los buceadores, desde el examen inicial, de la variación previsible de este parámetro con vistas a sensibilizarlos e incitarlos a cumplir con el seguimiento. Posteriormente, incitarlos al cumplimiento del seguimiento y en el momento de las visitas periódicas de renovación del certificado de aptitud debería llevarse a cabo una atención particular en la evolución del tabaquismo. En efecto, el tabaquismo también produce una disminución de los intercambios gaseosos [7,12] el mecanismo se debe principalmente a la aparición de lesiones enfisematosas, las cuales pueden ser una contraindicación a la inmersión.

Conclusiones

Los EFR de los buceadores profesionales tienden a una disminución de los flujos expiratorios, inciándose en la periferia. Esta enfermedad de las pequeñas vías aéreas se expande hacia los bronquios de calibres más gruesos. Este hecho podría evolucionar hacia un síndrome de obstrucción pulmonar más aun cuando varios estudios muestran que el CV aumenta en el seno de esta población.

Para el facultativo responsable del seguimiento de buceadores profesionales, conviene que preste especial atención al chequeo médico inicial y a su posterior seguimiento. El abandono del tabaquismo parece especialmente importante en esta población, ya que las variaciones de CV y de VEMS están relacionadas con el tabaquismo.

Un estudio más amplio de EFR sería interesante para evaluar la aparición o no de una afección respiratoria obstructiva y el plazo de aparición, siendo esta afección una contra indicación para la inmersión profesional.

RECONNAISSANCE / *AGRADECIMIENTOS*

Nous remercions la collaboration de Djamila Sarni et Philippe Mialon de la Fédération des laboratoires, HIA Clermont-Tonnerre de Brest, et à Dominique Jégaden du Service de Santé au Travail en Iroise, IFREMER,

cette population., pourrait évoluer vers un syndrome obstructif.

Pour le médecin qui suit des plongeurs professionnels, il convient alors d'être vigilant lors du bilan initial et du suivis. Le sevrage tabagique semble donc d'autant plus important dans cette population puisque les variations de la CV et du VEMS sont corrélées au tabagisme. L'information des plongeurs des effets de la plongée sur les EFR pourrait peut-être favoriser ce sevrage.
Une étude plus longue de l'évolution des EFR serait intéressante pour évaluer l'apparition ou non d'un trouble ventilatoire obstructif et le délai d'apparition, ce trouble étant une contre indication à la plongée professionnelle.

President de la Société Française de Medécine Maritime et Maître de Conferènces de l'UBO de Brest (France).

Traducido por / Traduction / *translated by* : Inmaculada Allende Ortega.

NOTE / *NOTA*: Presenté au 5ème Congrès International Hispano-francophone de Médecine Maritime à la Corogne, 20-10-2011. *Este tema fue presentado en el V Congreso Internacional Hispanofrancófono de Medicina Marítima en La Coruña, 21-10-2011*.

Tableau 1: Profils des plongées professionnelles / *Perfiles de las inmersiones profesionales (variables : número, profundidad, duración y sus medias, medianas y rango)*

Paramètres	moyennes	médianes	Extrêmes
Nombre de plongées professionnelles par an	56,3	40	5-250
Nombre de plongées totales par an	71,2	50	10-250
Profondeur moyenne (mètres)	15,3	15	3,5-50
Profondeur maximale (mètres)	29,8	30	7-60
Durée moyenne (heure)	0,9	0,7	0,3
Durée maximale (heure)	1,4	1	0,5-3

Tableau 2: Résultats des moyennes des différents paramètres des spirométries à 0, 5 et 10 ans, valeurs des différences et des tests t de Student / *Resultados de las medias de los diferentes parámetros de las espirometrías (Capacidad Vital Forzada, Volumen Espiratorio Máximo al primer segundo, I. Tiffeneau, Flujos espiratorios medios) a 0, 5 y 10 años, valores de las diferencias y de las Pruebas t de Student*

Paramètres	Initiaux	5 ans	évolution à 5 ans	p	10 ans	évolution à 10 ans	p
CVF	5,61	5,59	-0,02	0,63	5,52	-0,08	0,13
CVF théorique	112,79	114,50	2,11	0,23	116,45	3,48	0,01
VEMS	6,18	4,67	-1,51	0,36	5,51	-0,76	0,71
VEMS théorique	114,28	116,67	2,40	0,19	114,13	-0,55	0,75
Tiffeneau théorique	100,71	100,02	-0,69	0,70	96,85	-3,03	0,06
DEM 25	2,12	1,74	-0,38	0,02	1,47	-0,61	<0,01
DEM 25 Théorique	89,46	76,46	-13,0	0,06	68,71	-19,09	<0,01
DEM 50	5,18	4,95	-0,23	0,17	4,67	-0,61	<0,01
DEM 50 Théorique	100,35	97,45	-2,90	0,38	91,50	-11,06	0,03

Tableau 3: Résultats des moyennes des différents paramètres des pléthysmographies et des diffusions à O, 5 et 10ans, valeurs des différences et des tests t de Student / *Resultados de las medias de los diferentes parámetros de pletismografías y de perfusiones a 0, 5 y 10 años, valores de las diferencias y de la Prueba t de Student*

paramètres	0ans	5ans	Evolution à 5 ans	p	10ans	Evolution à 10 ans	p
CV	5,51	5,54	0,03	0,63	5,57	0,06	0,13
CV théorique	112,80	114,91	2,11	0,23	116,45	3,65	0,01
CPT	7,25	7,43	0,18	0,30	7,57	0,22	0,03
CPT théorique	106,30	109,28	2,98	0,13	110,10	3,80	0,04
DLCO	10,44	9,40	-1,04	0,02	9,28	-1,44	0,02
DLCO théorique	99,61	94,35	-5,26	0,27	84,38	-16,43	<0,01

BIBLIOGRAPHIE / BIBLIOGRAFÍA

1. Lucas D, Loddé B, Choucroun P, Jegaden D, Mialon P, Sarni D, Dewitte J.D. Etude sur 5 ans de l'évolution de la fonction respiratoire d'une cohorte de 31 plongeurs professionnels. Med Marit 2005;5(1):17-28.
2. Thorsen E, Segadal K, Kambestad B, Gulvik A. Diver's lung function: small airways disease? British Journal Of Industrial Medicine 1990;47:519-523.
3. Davey I.S, Cotes J.E, Reed J.W. Relationship of ventilatory capacity to hyperbaric exposure in divers. J Appl Physiol 1984;56:1655-58.
4. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T, Kjuus H. Lung function over 6 years among professional divers. Occup Environ Med 2002;59:629-33.
5. Lemaître F, Tourny-Chollet C, Lemouton MC. Ventilatory function in experienced recreational scuba divers: Evidence of small airways disease? Int J Sports Med. 2006 Nov;27(11):875-9. Epub 2006 May 30.
6. Skogstad M, Skare O Pulmonary function among professional divers over 12 years and the effect of total number of dives. Aviat Space Environ Med. 2008 Sep;79(9):883-7.

7. Nagelmann A, Tonnov Ä, Laks T, Sepper R, Prikk K. Lung dysfunction of chronic smokers with no signs of COPD. COPD. 2011 Jun;8(3):189-95. Epub 2011 Apr 22.
8. Ameille J, Dalphin J.C, Descatha A, Pairon J.C. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement 2007 ;68(5):505-517.
9. Crosbie W.A, Clarke M.B. Physicals characteristics and ventilatory function of 404 commercial divers working in the north sea. British Journal Of Industrial Medicine 1977;34:19-25.
10. Bermon S, Magnié M.N, Dolisi C, Wolkiewiez J, Gastaus M. Decreased pulmonary diffusing capacity of divers over a six years period. Eur J Appl Physiol 1997;76;170-3.
11. Lemaitre F, Bedu M, Coudert J. Pulmonary function of recreationnal divers : a cross sectionnal study. Int J Sports Med 2002;23:273-8.
12. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T. Lung function over 3 years of a professional diving career. Occup Environ Med 2000;57:273-8.
13. Adir Y, Shupak A, Laor A, Weiler-Ravell D.Large lungs in divers: natural selection or a training effect? Chest. 2005 Jul;128(1):224-8.
14 Gläser S, Koch B, Ittermann T, Schäper C, Dörr M, Felix SB, Völzke H, Ewert R,Hansen JE. Influence of age, sex, body size, smoking, and beta blockade on key gas exchange exercise parameters in an adult population. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil. 2010 Aug;17(4):469-76.